

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

**EFEITOS DO GLIFOSATO NO EQUILÍBRIO TÉRMICO DO SOLO E NA  
CONTRIBUIÇÃO TERMOGÊNICA DE OLIGOQUETAS<sup>1</sup>  
GLYPHOSATE EFFECTS ON SOIL THERMAL BALANCE AND  
THERMOGENIC CONTRIBUTION OF OLIGOCHAETES**

**Diovana Gelati De Batista<sup>2</sup>, Edivania Gelati De Batista<sup>3</sup>, Geovane Barbosa  
Dos Santos<sup>4</sup>, Henrique Ribeiro Müller<sup>5</sup>, Thiago Gomes Heck<sup>6</sup>, Antônio  
Azambuja Miragem<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisa Institucional desenvolvida no Departamento de Ciências Biológicas do Instituto Federal Farroupilha (IFFAR) campus Santa Rosa.

<sup>2</sup> Aluna do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Instituto Federal Farroupilha (IFFAR) campus Santa Rosa, diovana.g.debatista@hotmail.com.br.

<sup>3</sup> Aluna do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Instituto Federal Farroupilha (IFFAR) campus Santa Rosa, edivaniadebatista@gmail.com.

<sup>4</sup> Aluno do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Instituto Federal Farroupilha (IFFAR) campus Santa Rosa, bgeovane.2011@gmail.com.

<sup>5</sup> Aluno do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Instituto Federal Farroupilha (IFFAR) campus Santa Rosa, hribeiomuller@gmail.com.

<sup>6</sup> Professor Doutor do Departamento de Ciências da Vida da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), Programa de Pós-Graduação em Atenção Integral à Saúde (PPGAIS), thiago.heck@unijui.edu.br.

<sup>7</sup> Professor Doutor do Departamento de Ciências Biológicas do Instituto Federal Farroupilha (IFFAR) campus Santa Rosa, Orientador, antonio.miragem@iffarroupilha.edu.br.

## **INTRODUÇÃO**

A crescente utilização de herbicidas à base de glifosato, apesar de contribuir para a máxima produtividade agrícola, oferece riscos ao contexto ambiente e saúde. Por sua alta eficácia e rápida degradação no solo, o glifosato é o agrotóxico de maior comercialização no mundo todo (MYERS et al., 2016). Contudo, este herbicida altera parâmetros naturais dos ecossistemas e prejudica organismos vivos dos diferentes níveis filogenéticos (GAUPP-BERGHAUSEN et al., 2015; SILVÉRIO et al., 2017).

No ambiente edáfico, as minhocas atuam como engenheiras do ecossistema. Isso, porque sua atividade de escavação no solo colabora para a melhor aeração e retenção de água, e seu padrão alimentar promove a mineralização da matéria orgânica. Além disso, por suas características morfofisiológicas, as minhocas respondem diretamente às alterações do ambiente, sendo consideradas bioindicadoras de contaminação ambiental (LAVELLE et al., 2006). Nesse sentido, em condições naturais, as minhocas podem tolerar uma ampla faixa de variação na temperatura do solo, por exemplo. Porém, a contaminação do meio por pesticidas pode reduzir sua tolerância às diferentes condições (HACKENBERGER et al., 2018).

Diversos estudos têm relatado os efeitos negativos da exposição de minhocas ao herbicida

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

glifosato (BUCH et al., 2013; POCHRON et al., 2019). No entanto, os impactos deste agrotóxico sobre a sobrevivência das oligoquetas e sobre características abióticas do meio em que vivem, como a temperatura, ainda não estão claros. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos de herbicida à base de glifosato sobre a sobrevivência e massa corporal de minhocas, e as relações com a temperatura do ambiente edáfico.

### **METODOLOGIA**

Foram utilizadas 60 minhocas adultas, com clitelo aparente e massa corporal média inicial de  $0,234 \pm 0,016$  g. Os animais foram mantidos em recipientes plásticos, denominados unidades experimentais (UEs), contendo 950 g de solo e 50 g de erva-mate (matéria orgânica alimentar). A umidade do solo de cada UE foi ajustada para 60% da capacidade de retenção de água, considerada ideal para manutenção de oligoquetas em laboratório (EDWARDS, 1995).

Para contaminação das UEs com suas respectivas dosagens de herbicida à base de glifosato, 100mL (20%) do volume de água a ser adicionado para correção da umidade foram acrescidos de suas respectivas concentrações do herbicida, utilizando o processo de redução volumétrica proporcional. Com base nas dosagens aplicadas, os grupos experimentais foram os seguintes: Controle (CTRL), solo sem adição de agrotóxico; Glifosato (GLY), solo contaminado com glifosato a uma concentração de 3L/ha, a fim de manter a concentração e diluição média padrão sugerida pelo fabricante para controle de um amplo espectro de ervas daninhas; e Super-Glifosato (SGLY), solo contaminado a uma concentração de 9L/ha, simulando a concentração aproximada de três aplicações sequenciais da dosagem recomendada pelo fabricante (3L/ha) – como rotineiramente ocorre durante as safras. Cada grupo experimental foi composto de 4 UEs, com 5 animais cada, totalizando 20 minhocas aleatoriamente distribuídas por grupo. O período de exposição foi de 7 dias.

As UEs foram mantidas em temperatura ambiente. Para verificação da temperatura do solo das UEs, foram utilizados termômetros digitais inseridos a 5 cm de profundidade. Todas as verificações foram realizadas na parte da tarde, entre as 14 e 15 horas. Depois do período de exposição, as minhocas foram coletadas das UEs pelo método de catação manual (ANDERSON e INGRAM, 1993), sendo então pesadas em balança analítica e quantificadas. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida do Teste de Múltiplas Comparações de Tukey-Kramer. A correlação entre as variáveis foi checada pelo teste de Correlações de Pearson. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o GraphPad InStat 3.0 para Windows. Dados expressos em Média  $\pm$  Desvio Padrão da Média.

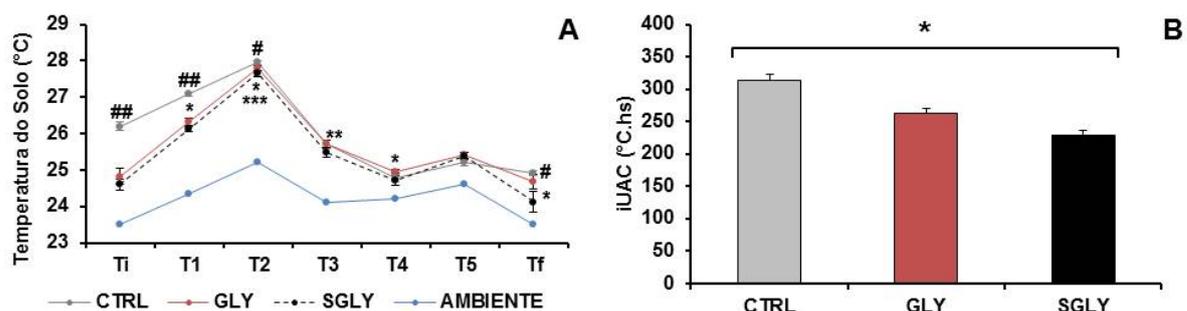
### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após o período de exposição, verificamos uma redução no número de animais dos grupos contaminados com glifosato, de maneira dose-dependente. No grupo GLY, houve uma redução de 10% no número de animais sobreviventes, comparado ao controle. No grupo SGLY, em que a dosagem do herbicida simulou a concentração rotineiramente aplicada nas lavouras durante as safras, a diminuição foi de 30% no número de animais. A massa corporal das minhocas sobreviventes do referido grupo foi reduzida em 15% em relação ao grupo controle. Enquanto que a massa média do CTRL foi de  $0,236 \pm 0,013$ g, a dos grupos GLY e SGLY foi de  $0,221 \pm 0,007$ g e

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

0,200±0,025g, respectivamente ( $P<0,05$ ). Além disso, a temperatura do solo esteve significativamente diminuída no grupo SGLY em comparação com os demais, durante todo o período experimental (Figura 1A).

Desse modo, nossos resultados indicam que, quanto maior a concentração de glifosato aplicada, maior a taxa de mortalidade e menor a massa corporal das oligoquetas. Além disso, o acréscimo de glifosato provocou uma redução na temperatura do solo (Ti-Figura 1A), que nas primeiras 72 horas (T2) foi estabilizado, possivelmente pela presença das minhocas. Porém, ao longo do período experimental, parece ocorrer uma perda na capacidade *termogênica* dos grupos contaminados, refletindo numa redução da temperatura do solo, sem perda do padrão térmico contínuo em relação à temperatura ambiente. Por diferirem no ponto de partida, optamos, de modo a analisarmos essa resposta *termogênica*, pelo cálculo da Área Incremental Sob a Curva (IAUC), tendo como referência a temperatura ambiente (Figura 1B). Os resultados demonstraram que, em ambos os solos contaminados, a capacidade térmica do solo esteve reduzida em relação ao CTRL ( $P<0,0001$ ).



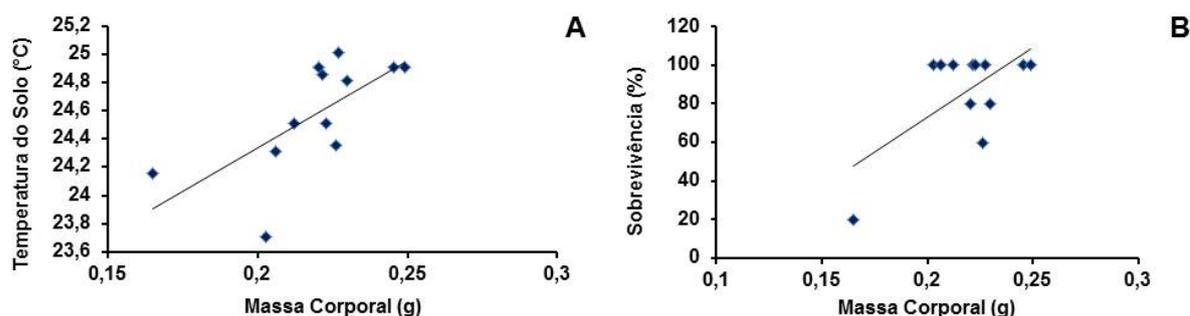
**Figura 1:** (A) Temperatura média do solo das UEs durante período experimental. \* $P<0,05$ , quando comparados GLY x SGLY; \*\* $P<0,05$ , quando comparados CTRL x SGLY e GLY x SGLY; \*\*\* $P<0,05$ , quando comparados CTRL x SGLY e CTRL x GLY; # $P<0,001$ , quando comparados CTRL x SGLY; ## $P<0,001$ , quando comparados CTRL x GLY e CTRL x GLY. (B) Área sob a curva das temperaturas dos grupos experimentais em relação à temperatura ambiente. \* $P<0,0001$ . CTRL, grupo controle, n=4; GLY, contaminado com glifosato a uma concentração de 3L/ha, n=4; SGLY, contaminado com glifosato a uma concentração de 9L/ha, n=4.

Nesse contexto, estudos recentes têm evidenciado que o *status* metabólico e a sobrevivência de minhocas em solos contaminados dependem da temperatura desse meio, que afeta também a atividade microbiana (HACKENBERGER et al., 2018; PCHRON et al., 2019). Contudo, acreditamos fortemente que esta seja uma via de mão-dupla: não apenas a temperatura do solo afeta a sobrevivência das minhocas, mas também elas contribuem para o controle térmico no ambiente edáfico. Como visto em nossos resultados, a redução na temperatura do solo foi verificada justamente no grupo em que os animais apresentaram menor massa corporal e maior mortalidade, o que significa menor número de minhocas metabolicamente viáveis para manutenção do meio.

De modo a testarmos a possível relação entre o controle térmico do solo e a viabilidade das minhocas, checamos a correlação entre a temperatura do solo ao final do experimento e a massa

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

corporal destes animais. Uma vez que o perfil biométrico é um dos mais sensíveis indicadores de danos por poluentes em oligoquetas (BUCH et al., 2013), checamos a relação entre a massa corporal e a sobrevivência destes animais. Os resultados evidenciaram correlação positiva moderada entre a massa corporal das minhocas e a manutenção térmica do solo (Figura 2A), assim como entre a massa corporal e a sobrevivência dos animais (Figura 2B).



**Figura 2:** (A) Correlação entre Temperatura do Solo e Massa Corporal das minhocas, ambas ao final do experimento.  $R = 0,6818$ ,  $P = 0.0146$ . (B) Correlação entre Sobrevivência das minhocas e Massa Corporal ao final do experimento.  $R = 0.6416$ ,  $P = 0.0245$ .

A exposição de minhocas a herbicidas em dosagens acima das recomendadas geralmente resulta em diminuição de sua massa corporal e em perda progressiva da viabilidade populacional (TRAVLOS et al., 2017). Nesse contexto, a massa corporal das minhocas é diretamente influenciada por seu comportamento alimentar e atividade locomotora, os quais estão intimamente associados. Tem-se demonstrado que a exposição de oligoquetas a agrotóxicos reduz sua ingestão de matéria orgânica (TU et al., 2011), e que o glifosato reduz significativamente a escavação destes animais (GAUPP-BERGHAUSEN et al., 2015). Considerando-se este contexto, a redução observada na massa corporal das minhocas em nossos resultados pode ser consequência de danos em nível alimentar e locomotor, em função da exposição ao herbicida. Consequentemente, o glifosato colaborou também para a redução *termogênica* e consequente prejuízo no equilíbrio térmico do solo.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O herbicida glifosato altera o equilíbrio termodinâmico do solo, reduz a massa corporal e a sobrevivência das minhocas, levando ao prejuízo na manutenção térmica deste solo. Devido à reconhecida importância ecológica das oligoquetas, principalmente para o ambiente edáfico e propriedades associadas à microbiota do solo, é fundamental que se tenha cautela quanto às dosagens e frequência de aplicação dos agrotóxicos.

**Palavras-chave:** Oligoquetas; Agrotóxico; Mortalidade; Temperatura do Solo.

**Keywords:** Olygochaetes; Agrotoxic; Mortality; Soil Temperature.

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

## REFERÊNCIAS:

- ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods. 2ª Ed. **C.A.B Internafional**. 1993.
- BUCH, A. C. et al. Toxicity of three pesticides commonly used in Brazil to *Pontoscolex corethrurus* (Müller, 1857) and *Eisenia andrei* (Bouché, 1972). **Applied Soil Ecology**, v. 69, p. 32-38, 2013.
- EDWARDS, C. A. Historical overview of vermicomposting. **BioCycle**, v. 36, p. 6-56, 1995.
- GAUPP-BERGHAUSEN, M. et al. Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations. **Scientific Reports**, v. 5, n. August, p. 1-9, 2015.
- HACKENBERGER, D. K. et al. Influence of soil temperature and moisture on biochemical biomarkers in earthworm and microbial activity after exposure to propiconazole and chlorantraniliprole. **Ecotox. Environ. Saf.**, v.148, p. 480-489, 2018.
- LAVELLE, P. et al. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, n. 1, p. 3-15, 2006.
- MYERS J. P. et al. Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. **Environ. Healt.**, p. 15-19, 2016.
- POCHRON, S. et al. Temperature and body mass drive earthworm (*Eisenia fetida*) sensitivity to a popular glyphosate-based herbicide. **Applied Soil Ecol.**, in press, 2019.
- SILVÉRIO, A. C. P. et al. Assessment of exposure to pesticides in rural workers in southern of Minas Gerais, Brazil. **Environ. Toxicol. Pharm.**, v. 55, p. 99-106, 2017.
- TRAVLOS, S. I. et al. Effects of the herbicides benfluralin, metribuzin and propyzamide on the survival and weight of earthworms (*Octodrilus complanatus*). **Plant Soil Environ.**, v. 63, n. 3. p. 117-124, 2017.
- TU, C. et al. Effects of fungicides and insecticides on feeding behavior and community dynamics of earthworms: Implications for casting control in turfgrass systems. **Applied Soil Ecology**, v. 47, p. 31-36, 2011.